# Sensores de potencia E4412A y E4413A de Keysight

Guía de servicio y operación

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

NOTICE: This document contains references to Agilent Technologies. Agilent's former Test and Measurement business has become Keysight Technologies. For more information, go to **www.keysight.com.**

# Notificaciones

© Keysight Technologies 1999 - 2014

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este manual por cualquier medio (incluyendo almacenamiento electrónico o traducción a un idioma extranjero) sin previo consentimiento por escrito de Keysight Technologies, de acuerdo con las leyes de copyright estadounidenses e internacionales.

## Número de parte del manual

E4412-90009

## Edición

Edición 5, Noviembre 2014

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

## Garantía

**El material incluido en este documento se proporciona en el estado actual y puede modificarse, sin previo aviso, en futuras ediciones. Keysight renuncia, tanto como permitan las leyes aplicables, a todas las garantías, expresas o implícitas, relativas a este manual y la información aquí presentada, incluyendo pero sin limitarse a las garantías implícitas de calidad e idoneidad para un fin concreto. Keysight no será responsable de errores ni daños accidentales o derivados relativos al suministro, uso o funcionamiento de este documento o la información aquí incluida. Si Keysight y el usuario tuvieran un acuerdo aparte por escrito con condiciones de garantía que cubran el material de este documento y contradigan estas condiciones, tendrán prioridad las condiciones de garantía del otro acuerdo.**

## Licencias tecnológicas

El hardware y el software descritos en este documento se suministran con una licencia y sólo pueden utilizarse y copiarse de acuerdo con las condiciones de dicha licencia.

## Leyenda de derechos limitados

Derechos limitados del gobierno de los Estados Unidos. Los derechos de software y datos técnicos otorgados al gobierno federal incluyen sólo aquellos otorgados habitualmente a los usuarios finales. Keysight otorga esta licencia comercial habitual de software y datos técnicos de acuerdo con FAR 12.211 (datos técnicos) y 12.212 (software de computación) y, para el Departamento de Defensa, con DFARS 252.227-7015 (datos técnicos - elementos comerciales) y DFARS 227.7202-3 (derechos de software comercial de computación o documentación de software de computación).

## Notificaciones relativas a la seguridad

**PRECAUCIÓN**

Un aviso de **PRECAUCIÓN** indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o se cumple en forma correcta, puede resultar en daños al producto o pérdida de información importante. En caso de encontrar un aviso de **PRECAUCIÓN** no prosiga hasta que se hayan comprendido y cumplido totalmente las condiciones indicadas.

**ADVERTENCIA**

**Un aviso de ADVERTENCIA indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o cumple en forma correcta, podría causar lesiones o muerte. En caso de encontrar un aviso de ADVERTENCIA, interrumpa el procedimiento hasta que se hayan comprendido y cumplido las condiciones indicadas.**

## Certificación

Keysight Technologies certifica que este producto cumple con las especificaciones publicadas en el momento del envío. Keysight además certifica que sus mediciones de calibración están a disposición del Instituto de normas y tecnología de los Estados Unidos (antes denominado Oficina nacional de normas) en tanto lo permitan las instalaciones de calibración de dicha organización y las de otros miembros de la Organización de normas internacionales.

## Garantía general

El material incluido en este documento se proporciona en el estado actual y puede modificarse, sin previo aviso, en futuras ediciones. Keysight renuncia, tanto como permitan las leyes aplicables, a todas las garantías, expresas o implícitas, relativas a este manual y la información aquí presentada, incluyendo pero sin limitarse a las garantías implícitas de calidad e idoneidad para un fin concreto. Keysight no será responsable de errores ni daños accidentales o derivados relativos al suministro, uso o funcionamiento de este documento o la información aquí incluida. Si Keysight y el usuario tuvieran un acuerdo aparte por escrito con condiciones de garantía que cubran el material de este documento y contradigan estas condiciones, tendrán prioridad las condiciones de garantía del otro acuerdo. La duración y las condiciones de la garantía de este producto pueden quedar anuladas si el producto se integra en (se convierte en parte de) otros productos de Keysight. Durante el período de la garantía, Keysight tiene la opción de reparar o sustituir los productos que se haya probado que son defectuosos. El período comienza en la fecha de entrega o de instalación si lo instaló Keysight.

## Servicios de la garantía

Para reparaciones o servicios de la garantía, debe devolverse el producto a una instalación de servicio designada por Keysight. En el caso de devolución de productos a Keysight para servicios de la garantía, el Comprador debe pagar por anticipado los gastos de envío a Keysight y Keysight pagará el costo de envío al devolver el producto al Comprador. No obstante, el Comprador debe pagar todos los costos, las tasas y los impuestos de envío de los productos devueltos a Keysight desde otro país.

## Limitaciones de la garantía

La garantía anterior no se aplica para los defectos que sean consecuencia de mal mantenimiento por parte del Comprador, productos o interfaces suministrados por el Comprador, uso erróneo o modificaciones no autorizadas, operación fuera del entorno especificado para el producto, o mala preparación o mantenimiento del sitio.

El diseño y la implementación de circuitos en este producto es responsabilidad absoluta del Comprador. La garantía de Keysight no cubre los circuitos del Comprador o el mal funcionamiento de productos de Keysight que sea consecuencia de estos circuitos. Además, la garantía de Keysight no cubre los daños que sean consecuencia del circuito del Comprador ni los defectos causados por productos suministrados por el Comprador.

Dentro de lo admitido por las leyes locales, Keysight no ofrece ninguna otra garantía, ya sea expresa o implícita, escrita u oral, en relación con este producto y renuncia en forma específica a cualquier garantía implícita o condición de calidad e idoneidad para un fin concreto o calidad satisfactoria.

## Recursos exclusivos

Dentro de lo admitido por las leyes locales, los recursos aquí señalados son exclusivos para el Comprador. Keysight no será responsable de daños directos, indirectos, especiales, accidentales o derivados (incluida la pérdida de datos o ingresos), ya sea a partir de garantías, contratos, responsabilidades civiles u otras teorías legales.

## Leyenda de derechos limitados

El Software y la documentación se han desarrollado completamente con fondos privados. Se otorga en licencia como "software comercial", tal como se define en DFARS 252.227-7013 (octubre 1988), DFARS 252.211-7015 (mayo 1991), o DFARS 252.227-7014 (junio 1995), como "elemento comercial", como se define en FAR 2.101(a), o como "software limitado", tal como se define en FAR 52.227-19 (junio de 1987) (o en toda norma o cláusula contractual de organismo equivalente), la que corresponda. Únicamente posee los derechos proporcionados para dicho Software y documentación por la cláusula FAR o DFARS aplicable o el acuerdo de software estándar de Keysight para el producto en cuestión.

## Licencias tecnológicas

El hardware y el software descritos en este documento se suministran con una licencia y sólo pueden utilizarse y copiarse de acuerdo con las condiciones de dicha licencia.

# Resumen de seguridad

Las siguientes precauciones generales de seguridad deben respetarse en todas las fases de operación de este instrumento. Si no se respetan estas precauciones o las advertencias específicas mencionadas en este manual, se violan las normas de seguridad de diseño, fabricación y uso intencional del instrumento. Keysight Technologies no asumirá ninguna responsabilidad si el cliente no cumple con estos requisitos.

# Notificaciones relativas a la seguridad

**ADVERTENCIA**

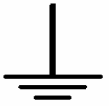
**Un aviso de ADVERTENCIA indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o no se cumple en forma correcta, podría causar lesiones o muerte. En caso de encontrar un aviso de ADVERTENCIA, interrumpa el procedimiento hasta que se hayan comprendido y cumplido las condiciones indicadas.**

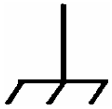
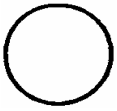
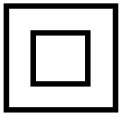
**PRECAUCIÓN**

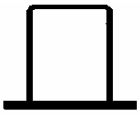
Un aviso de **PRECAUCIÓN** indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o se cumple en forma correcta, puede resultar en daños al producto o pérdida de información importante. En caso de encontrar un aviso de **PRECAUCIÓN** no prosiga hasta que se hayan comprendido y cumplido totalmente las condiciones indicadas.

## Símbolos de seguridad

Los siguientes símbolos del instrumento y de la documentación indican precauciones que deben tomarse para utilizar el instrumento en forma segura.

| | |
|---|---|
| | Precaución, peligro.<br>El símbolo de la documentación de instrucciones. El producto está marcado con este símbolo cuando es necesario que el usuario consulte las instrucciones de la documentación suministrada. |
| <br>**ESD** | Este símbolo indica que un dispositivo, o parte de un dispositivo, puede ser susceptible a descargas electroestáticas (ESD) que pueden resultar en daños al producto. Observe las precauciones sobre ESD que se proporcionan con el producto, o su documentación de usuario, cuando manipule equipos con esta marca. |
| | Corriente Alterna (CA). |
| | Corriente Continua (CC). |
| | Corriente continua y alterna. |
| | Corriente alterna de tres fases |
|  | TERMINAL de conexión (a tierra). |

| | |
|---|---|
| | TERMINAL DE CONDUCTOR DE PROTECCIÓN. |
|  | Marco o chasis del TERMINAL. |
| | Equipotencial. |
|  | Encendido (alimentación). |
|  | Apagado (alimentación). |
|  | Equipo protegido completamente con DOBLE AISLAMIENTO o AISLAMIENTO REFORZADO. |
| | Precaución, riesgo de electrochoque. |
| | Precaución, superficie caliente. |
| | Posición de entrada de un control de empuje bi-estable. |



Posición de salida de un control de empuje bi-estable.

## Marcas regulatorias

| | |
|---|---|
| CE<br>ISM 1-A | La marca CE indica que el producto cumple con todas las Directivas legales Europeas relevantes (si se incluye un año, este indica la fecha en que el diseño fue probado). |
| N10149 | La marca de verificación C es una marca registrada de la Agencia de administración del espectro de Australia. Representa cumplimiento de las regulaciones de EMC de Australia de acuerdo con las condiciones de la Ley de radiocomunicaciones de 1992. |
| | Este instrumento cumple con el requisito de rotulado de la Directiva WEEE (2002/96/EC). La etiqueta adherida al producto indica que usted no debe desechar este producto eléctrico/electrónico junto con los desperdicios domésticos. |
| ICES/NMB-001 | Este dispositivo ISM cumple con la ICES-001 canadiense, Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada. |

# Información de seguridad general

Las siguientes precauciones generales de seguridad deben respetarse en todas las fases de operación, servicio y reparación de este instrumento. Si no se respetan estas precauciones o las advertencias específicas mencionadas en este manual, se violan las normas de seguridad de diseño, fabricación y uso intencional del instrumento. Keysight Technologies no asumirá ninguna responsabilidad si el cliente no cumple con estos requisitos.

**ADVERTENCIA**

**ANTES DE CONECTAR EL SENSOR DE POTENCIA A OTROS INSTRUMENTOS asegúrese de que todos los instrumentos se encuentren conectados a la terminal de conexión (a tierra). Cualquier interrupción en la terminal de conexión (a tierra) originará un peligro potencial de electrochoque que podría resultar en lesiones.**

**PRECAUCIÓN**

- Utilice el dispositivo con los cables suministrados.
- Las reparaciones no mencionadas en este manual solo debe realizarlas personal calificado.

**PRECAUCIÓN**

- Este producto está diseñado para su uso en la categoría de instalación II y grado de contaminación 2.
- Este instrumento ha sido diseñado y probado de acuerdo con la publicación IEC 248, los Requisitos de seguridad para aparatos electrónicos de medición y ha sido suministrado en condiciones seguras. La documentación de instrucciones contiene información y advertencias que el usuario debe respetar para asegurar la operación segura y mantener el instrumento en condiciones seguras.
- Aviso para Alemania: Declaración de ruido L$\rho$A < 70 dBm Arbeitsplatz (posición de operador) mormaler Betrieb (posición normal) nach DIN 45635 T.19 (para ISO 7779).

# En esta guía...

1 **Guía de servicio y operación** Este capítulo contiene información sobre la inspección inicial, las pruebas de rendimiento, especificaciones, operaciones, solución de problemas y servicio de los sensores de potencia E4412A y E4413A de Keysight.

2 **Apéndice** Este apéndice contiene las especificaciones que se aplican a los sensores E4412A y E4413A (anteriormente EXCP-E18A y ECP-E26A, respectivamente) con un prefijo en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx.

# Índice


## 1 Guía de servicio y operación

Información general 3
- Garantía 3
- Instrumentos cubiertos por el Manual 3
- Descripción 3
- Especificaciones 4
- Factor de calibración (CF) y Coeficiente de reflexión (Rho) 8
- Instalación 11
- Interconexiones 11
- Intervalo de Calibración Recomendado 11
- Almacenamiento y Transporte 12
- Operación 12
- Calibraciones del multímetro de potencia 14
- Instrucciones de operación 14

Prueba de funcionamiento 15
- Prueba de funcionamiento de la relación de onda estacionaria (SWR) y coeficiente de reflexión (Rho) 15

Piezas de repuesto 17

Reparación 20
- Principios de funcionamiento 20
- Solución de problemas 20
- Reparación del sensor defectuoso 21
- Limpieza 21
- Procedimiento de desmontaje 22
- Procedimiento de rensamblaje 23
- Oficina de ventas y reparaciones de Keysight 24

## A Apéndice

# Lista de figuras

Figura 1 Sensores de potencia E4412A y E4413A (anteriormente ECP-E18A y EXCP-E26A, respectivamente) 2
Figura 2 Linealidad de medición de potencia de modo relativo con Multímetro/Sensor de potencia a 25 ºC (típico) 7
Figura 3 Sensor de potencia E4413A con adaptador 14
Figura 4 Imagen con el detalle de las piezas 18
Figura 5 Quite la cubierta del sensor de potencia 22

# Lista de tablas


Tabla 1 Especificaciones de E4412A y E4413A 5
Tabla 2 Incertidumbre del factor de calibración de E4412A a 1 mW (0 dBm) 9
Tabla 3 Incertidumbre del factor de calibración de E4413A a 1 mW (0 dBm) 10
Tabla 4 SWR y Coeficiente de reflexión del sensor de potencia para el E4412A a 15
Tabla 5 SWR y Coeficiente de reflexión del sensor de potencia para el E4413A a 16
Tabla 6 Piezas de repuesto 19
Tabla 7 Oficina de ventas y reparaciones de Keysight 24
Tabla A-1 Especificaciones de E4412A y E4413A (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx) 26
Tabla A-2 Incertidumbre del factor de calibración de E4412A a 1 mW (0 dBm) (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx) 28
Tabla A-3 Incertidumbre del factor de calibración de E4413A a 1 mW (0 dBm) (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx) 29

# 1
# Guía de servicio y operación

Información general 3
Prueba de funcionamiento 15
Piezas de repuesto 17
Reparación 20

Este capítulo contiene información sobre la inspección inicial, las pruebas de rendimiento, especificaciones, operaciones, solución de problemas y servicio de los sensores de potencia E4412A y E4413A de Keysight.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Agilent
E4412A
E-Series CW Power Sensor
100 pW - 100 mW (-70 to +20 dBm)
10 MHz - 18 GHz
Max Power 200 mW (+23 dBm)
peak or average, 20 VDC
Turn connector nut only to tighten, 135 N-cm
ESD
Agilent
E4413A
E-Series CW Power Sensor
100 pW - 100 mW (-70 to +20 dBm)
50 MHz - 26.5 GHz
Max Power 200 mW (+23 dBm)
peak or average, 20 VDC
Turn connector nut only to tighten, 90 N-cm
ESD

**Figura 1** Sensores de potencia E4412A y E4413A (anteriormente ECP-E18A y EXCP-E26A, respectivamente)

# Información general

## Garantía

Los sensores de potencia están garantizados y certificados como se indica en el interior de la cubierta de este manual.

## Instrumentos cubiertos por el Manual

Estos instrumentos tienen un número de serie de dos partes: el prefijo (dos letras y los cuatro primeros números) y el sufijo (los cuatro últimos números). Las dos letras identifican el país en el que la unidad fue fabricada. Los cuatro números del prefijo son un código que identifica la fecha del último cambio de diseño importante en su producto de Keysight Technologies. El sufijo de cuatro dígitos es un número secuencial y, junto con el prefijo, proporciona una identificación única para cada unidad producida. El contenido de este manual se aplica directamente a todos los números de serie a menos que se indique lo contrario.

## Descripción

Los sensores de potencia E4412A y E4413A son sensores de potencia de diodo. Están destinados para la medición de niveles de potencia de microondas CW en un rango dinámico amplio de -70 dBm a +20 dBm (100 pW a 100 mW). El E4412A mide frecuencias de 10 MHz a 18.0 GHz. El E4413A mide frecuencias de 50 MHz a 26,5 GHz. Estos son sensores de potencia de alta velocidad y no incorporan los promedios de ancho de banda estrecho utilizados en sensores de potencia promedio. Las señales con formas de modulación de amplitud digital, de pulso u otras pueden introducir errores de medición. Las señales multitono (que contienen varios componentes de frecuencia), o las señales con importante contenido armónico (> -45 dBc) pueden introducir errores de medición en niveles de alta potencia. (Las especificaciones para los sensores de potencia se encuentran en la Tabla 1).

Estos sensores de potencia miden la potencia de CW, que se muestra en un multímetro de potencia compatible en unidades de medición logarítmicas (dBm o dB) o lineales (Watts o %). El E4413A viene con un adaptador de 3,5 mm a tipo N, número de parte 08485-60005.

**NOTA** Los sensores de potencia E4412A y E4413A son compatibles SOLO con la más reciente serie de multímetros de potencia E44XX. NO son compatibles con la serie 430 anterior, E1416A o multímetros de potencia 70100A.

**NOTA** Los sensores de potencia E4412A y E4413A son extremadamente sensibles a la estática. No abra el sensor de potencia a menos que usted y el sensor estén en una estación de trabajo libre de estática.

## Especificaciones

Las especificaciones enumeradas en la Tabla 1 son los estándares de rendimiento o los límites a los que se puede probar el sensor de potencia. Estas especificaciones son válidas SOLO después de la correcta calibración del multímetro de potencia. Consulte el *Procedimiento de calibración utilizando sensores de potencia Keysight serie E* en la *Guía del usuario del multímetro de potencia* E4418A o *E4419A de Keysight*.

**Tabla 1** Especificaciones de E4412A y E4413A

| | Límite | | Comentarios |
|---|---|---|---|
| **Rango de frecuencia** | E4412A: 10 MHz a < 18 GHz<br>E4413A: 50 MHz a 26.5 GHz | | |
| **Rango de potencia** | –70 dBm a +20 dBm (100 pW a 100 mW) | | |
| **Impedancia** | 50 ohm | | nominal |
| **Tipo de conector** | E4412A: Tipo-N (macho)<br>E4413A: 3.5 mm (macho) | | |
| **Relación de onda estacionaria (SWR) y coeficiente de reflexión (Rho) máximo**[b] | **SWR** | **Máximo** | **Pérdida de retorno (dB)** |
| **E4412A** | | | |
| 10 MHz a <30 MHz | 1.22 | 0.099 | 20.08 |
| 30 MHz a <2 GHz | 1.15 | 0.070 | 23.13 |
| 2 GHz a <6 GHz | 1.17 | 0.078 | 22.12 |
| 6 GHz a <11 GHz | 1.20 | 0.091 | 20.82 |
| 11 GHz a <18 GHz | 1.27 | 0.119 | 18.42 |
| **E4413A** | | | |
| 50 MHz a <100 MHz | 1.21 | 0.095 | 20.45 |
| 100 MHz a <8 GHz | 1.19 | 0.087 | 21.23 |
| 8 GHz a <18 GHz | 1.21 | 0.095 | 20.45 |
| 18 GHz a 26.5 GHz | 1.26 | 0.115 | 18.79 |
| **Potencia máxima** | pico de 200 mW (+ 23 dBm)<br>promedio de 200 mW (+ 23 dBm) | | |
| **Entrada CA acoplada** | máx: 20 VCC | | |
| **Ajuste cero** | ±50 pW | | |

| | Límite | | Comentarios |
|---|---|---|---|
| **Linealidad de potencia** [ab] | **25 ± 5 °C** | **0 a 55 °C** | **(Después de la calibración a 0 dBm a temperatura ambiente)** |
| 100 pW a 10 mW | ±3% | ±7% | –70 dBm a +10 dBm |
| 10 mW a 100 mW | ±4.5% | ±10% | +10 dBm a +20 dBm |
| **Temperatura de Operación** | 0 a 55 °C | | |
| **Peso neto** | | | |
| E4412A | 0.47 kg (1.04 lb) | | |
| E4413A | 0.45 kg (1.00 lb) | | |
| **Dimensiones** | | | |
| E4412A | **Largo:** 130 mm (5.1 pl) | | |
| E4413A | **Largo:** 102 mm (4.0 pl) | | |
| | **Ancho:** 38 mm (1.5 pl) | | Igual en ambos modelos |
| | **Altura:** 30 mm (1.2 pl) | | Igual en ambos modelos |

a. Los límites se expresan en porcentaje de potencia en vatios. Consulte la Figura 2 para ver la medición de potencia relativa.

b. Las especificaciones se aplican a instrumentos con prefijo en serie US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx y superior. Para instrumentos anteriores, consulte el apéndice A.

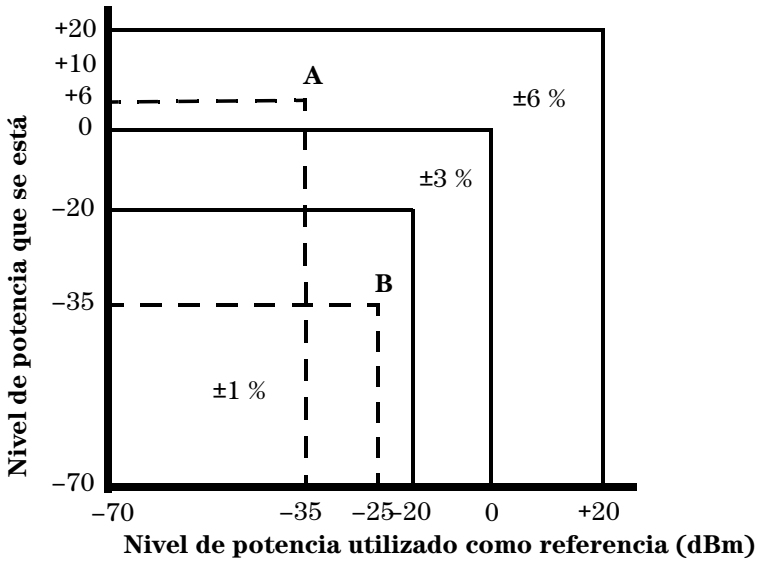



**Figura 2** Linealidad de medición de potencia de modo relativo con Multímetro/Sensor de potencia a 25 °C (típico)

El gráfico en la Figura 2 muestra la incertidumbre típica al realizar mediciones de potencia relativas con el multímetro de potencia de la serie E44XX en el modo Rel (relativo). En una medición relativa, se comparan dos niveles de potencia con un solo sensor. La incertidumbre de medición típica puede encontrarse si se traza una línea vertical en el nivel de potencia que se utiliza como referencia y una línea horizontal en la potencia que se está midiendo. La región donde se cruzan estas dos líneas muestra la incertidumbre típica. Esto supone que la potencia de referencia y la potencia medida están en la misma frecuencia y rechaza errores debido al ajuste a cero, la deriva a cero y el ruido. También supone ningún cambio en el desajuste al medir el “nivel de potencia utilizado como referencia” y el “nivel de potencia que se mide”. Este gráfico ilustra que la mejor exactitud de medición de potencia relativa se obtiene cuando los niveles de potencia de referencia y los medidos son iguales o inferiores a -20 dBm. Si se es cuidadoso al elegir los niveles de potencia se puede obtener una mejora en la exactitud de la medición. El ejemplo A ilustra una ganancia relativa (medición de amplificador) y el ejemplo B muestra una pérdida relativa (medición de la pérdida de inserción).

EJEMPLO A (medición de ganancia del amplificador):

Potencia de entrada (referencia) = –35 dBm; potencia medida = +6 dBm' por lo que la ganancia relativa es +41 dB. el gráfico indica un error típico de ±6%, que corresponde a una incertidumbre +0.25 dB /–0.27 dB en la medición de ganancia.

EJEMPLO B (medición de la pérdida de inserción):

Potencia de referencia = –25 dBm; potencia medida = –35 dBm, para el caso de una pérdida de inserción de 10 dB. el cuadro indica un error típico de ±1%, que corresponde a una incertidumbre de  0.04 dBm en la medición.

## Factor de calibración (CF) y Coeficiente de reflexión (Rho)

Los datos del coeficiente de reflexión y el factor de calibración se dan en incrementos de 1 GHz en una hoja de datos incluida con el sensor de potencia. Estos datos son específicos para cada sensor. Si tiene más de un sensor, compare el número de serie en la hoja de cálculo con el número de serie en el sensor de potencia que está utilizando. El CF corrige la respuesta de frecuencia del sensor. El multímetro de potencia automáticamente lee los datos de CF en almacenados el sensor y los utiliza para hacer correcciones.

El coeficiente de reflexión(Rho, o $\rho$) se refiere a SWR según la siguiente fórmula:

$$SWR = (1+\rho)/(1-\rho)$$

Las incertidumbres típicas de los datos de CF se enumeran en la Tabla 2 para el sensor de potencia E4412A y en la Tabla 3 para el sensor de potencia E4413A. El análisis de incertidumbre para la calibración de los sensores se realizó según la Norma ISO/TAG4. Los datos de incertidumbre expresados en el certificado de calibración es la incertidumbre ampliada con un nivel de confianza del 95 % y un factor de cobertura de dos. Además, en frecuencias distintas a la frecuencia de referencia, para mediciones por encima de 0 dBm se incluye una incertidumbre del factor de calibración de potencia superior de 0.5 %/dB.

**Tabla 2** Incertidumbre del factor de calibración de E4412A a 1 mW (0 dBm)

| Frecuencia | Incertidumbre (%) [a] |
|---|---|
| 10 MHz | 1.8 |
| 30 MHz | 1.8 |
| 50 MHz | Referencia |
| 100 MHz | 1.8 |
| 1.0 GHz | 1.8 |
| 2.0 GHz | 2.4 |
| 4.0 GHz | 2.4 |
| 6.0 GHz | 2.4 |
| 8.0 GHz | 2.4 |
| 10.0 GHz | 2.4 |
| 11.0 GHz | 2.4 |
| 12.0 GHz | 2.4 |
| 14.0 GHz | 2.4 |
| 16.0 GHz | 2.6 |
| 18.0 GHz | 2.6 |

a. Las especificaciones se aplican a los instrumentos con el prefijo en serie US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx y superior. Para instrumentos anteriores, consulte el apéndice A.

**Tabla 3** Incertidumbre del factor de calibración de E4413A a 1 mW (0 dBm)

| Frecuencia | Incertidumbre (%) [un] |
|---|---|
| 50 MHz | Referencia |
| 100 MHz | 1.8 |
| 1.0 GHz | 1.8 |
| 2.0 GHz | 2.4 |
| 4.0 GHz | 2.4 |
| 6.0 GHz | 2.4 |
| 8.0 GHz | 2.4 |
| 10.0 GHz | 2.6 |
| 11.0 GHz | 2.6 |
| 12.0 GHz | 2.8 |
| 14.0 GHz | 2.8 |
| 16.0 GHz | 2.8 |
| 17.0 GHz | 2.8 |
| 18.0 GHz | 2.8 |
| 19.0 GHz | 3.0 |
| 20.0 GHz | 3.0 |
| 22.0 GHz | 3.0 |
| 24.0 GHz | 3.0 |
| 26.0 GHz | 3.0 |
| 26.5 GHz | 3.0 |

a. Las especificaciones se aplican a los instrumentos con el prefijo en serie US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx y superior. Para instrumentos anteriores, consulte el apéndice A.

# Instalación

### Inspección inicial

Inspeccione el paquete por posibles desperfectos. Si la caja o material de embalaje está dañado, debe conservarse hasta que se realice una inspección mecánica o electrónica de contenidos del envío. Si hay daños mecánicos o si el instrumento no pasa las pruebas de rendimiento, notifique a la oficina más cercana de Keysight Technologies. Mantenga los materiales de envío defectuosos (si los hubiera) para su inspección por parte del servicio de transporte y un representante de Keysight Technologies.

# Interconexiones

Conecte un extremo del cable del sensor 11730A al sensor de potencia E4412A o E4413A y conecte el otro extremo del cable a la entrada del canal del multímetro de potencia. Espere unos segundos para que el multímetro de potencia descargue la tabla de calibración del sensor de potencia antes de efectuar una medición.

Conector de medición (se conecta al DUT)

E4412A: Tipo-N (macho)

E4413A: 3.5 mm (macho)

Debe utilizarse una llave dinamométrica para apretar estos conectores. Use una llave de tuercas de 3/4 de pulgada y aplique un valor de torsión de 12 libras (135 Ncm) para el conector tipo N. Use una llave de tuercas de 20 mm y aplique un valor de torsión de 8 pulg-lb (90 Ncm) para el conector de 3.5 mm.

# Intervalo de Calibración Recomendado

Keysight Technologies recomienda un ciclo de calibración de un año para los sensores de potencia E4412A y E4413A.

# Almacenamiento y Transporte

## Condiciones

El instrumento debe almacenarse en un entorno seco y limpio Las siguientes limitaciones se aplican al almacenamiento y el envío :

| | |
|---|---|
| **Temperatura** | –55 a +75 °C |
| **Humedad relativa** | <95 % a 40 °C |
| **Altitud** | <15,240 metros (50,000 pies) |

## Embalaje original

Envases y materiales idénticos a los utilizados en el embalaje de fábrica están disponibles a través de las oficinas de Keysight Technologies. Si el instrumento se devuelve a Keysight Technologies para realizar mantenimiento, adhiera una etiqueta que indique el tipo de servicio requerido, la dirección de devolución, el número de modelo y el número de serie.

Además, marque el envase FRÁGIL para asegurar un manejo cuidadoso. En cualquier correspondencia, consulte el instrumento por número de modelo y de serie.

# Operación

## Entorno operativo

El entorno operativo para el sensor de potencia debe estar dentro de los límites siguientes:

| | |
|---|---|
| **Temperatura** | 0 a 55 °C |
| **Humedad relativa** | <95 % |
| **Altitud** | <4,530 metros (15,000 pies) |

## Precauciones de operación

**ADVERTENCIA** **ANTES DE CONECTAR EL SENSOR DE POTENCIA A OTROS INSTRUMENTOS asegúrese de que todos los instrumentos se encuentren conectados a la terminal de conexión (a tierra). Cualquier interrupción en la terminal de conexión (a tierra) originará un peligro potencial de electrochoque que podría resultar en lesiones y dañar el sensor de potencia.**

Si se exceden los siguientes niveles de energía y potencia, se puede dañar el sistema de multímetro de potencia.

- **a** Potencia máxima promedio: 200 mW (+23 dBm)
- **b** Potencia pico máxima: 200 mW (+23 dBm)

La torsión máxima en el conector no debe exceder las 12 libras (135 Ncm) para el conector de tipo N o las 8 in-lb (90 Ncm) para el conector de 3.5 mm con el fin de evitar dañar el conector.

Conecte el sensor de potencia girando solamente la porción de la tuerca hexagonal del conector. Se puede producir un daño si se aplica torsión al cuerpo del sensor de potencia.

La perla aisladora de plástico del conector se deteriora si entra en contacto con acetona, tricloroetileno, tetracloruro de carbono, benceno, etc. Consulte la Nota de aplicación 326, Principios para el cuidado del conector de microonda (5954-1566) o Cuidado del conector de microonda (08510-90064) para obtener métodos de limpieza apropiados.

## Calibraciones del multímetro de potencia

Siga los procedimientos de calibración en el manual de su multímetro de potencia. El sensor de potencia E4413A está equipado con conectores de 3.5 mm (m) de manera estándar. Para convertir el conector de 3.5 mm (m) para la calibración, con el sensor de potencia se incluye un adaptador (3.5 mm (f) a Tipo N (m)). Consulte Figura 3.

**Figura 3** Sensor de potencia E4413A con adaptador

**NOTA** El adaptador de 3.5 mm a Tipo N está diseñado para usar únicamente una referencia de potencia de 1 mW, 50 MHz en el multímetro de potencia. Su función como una referencia de calibración puede verse comprometida si se utiliza para otro propósito.

## Instrucciones de operación

Los sensores de potencia E4412A y E4413A son compatibles SOLO con la serie más reciente de multímetros de potencia E44XX. NO son compatibles con multímetros de potencia de la serie 430 anterior, E1416A o 70100A. Para que funcione el sensor de potencia, consulte las instrucciones de funcionamiento en la *Guía del usuario del multímetro de potencia serie E44XX de Keysight*.

# Prueba de funcionamiento

## Prueba de funcionamiento de la relación de onda estacionaria (SWR) y coeficiente de reflexión (Rho)

Esta sección no establece procedimientos de prueba SWR predeterminados ya que hay varios métodos de prueba y equipos disponibles para verificar el SWR o el coeficiente de reflexión. Por lo tanto, se considerará la precisión real del equipo de prueba en cuanto a sus especificaciones a la hora de realizar la medición para determinar la condición aprobada o fallida. El sistema de prueba utilizado no debe superar las incertidumbres de Rho del sistema que se muestra en la Tabla 4 cuando se prueba el E4412A, o en la Tabla 5 cuando se prueba el E4413A

**Tabla 4** SWR y Coeficiente de reflexión del sensor de potencia para el E4412A [a]

| Frecuencia | Incertidumbre Rho del sistema | Medición real | Rho máximo |
|---|---|---|---|
| 10 MHz a < 30 MHz | ± 0.010 | | 0.099 |
| 30 MHz a < 2 GHz | ± 0.010 | | 0.070 |
| 2 GHz a < 6 MHz | ± 0.010 | | 0.078 |
| 6 GHz a < 11 GHz | ± 0.010 | | 0.091 |
| 11 GHz a < 18 GHz | ± 0.010 | | 0.119 |

a. Las especificaciones se aplican a instrumentos con prefijo en serie US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx y superior. Para instrumentos anteriores, consulte el apéndice A.

**Tabla 5** SWR y Coeficiente de reflexión del sensor de potencia para el E4413A [a]

| Frecuencia | Incertidumbre Rho del sistema | Medición real | Rho máximo |
|---|---|---|---|
| 50 MHz a < 100 MHz | ± 0.010 | | 0.095 |
| 100 MHz a < 8 GHz | ± 0.010 | | 0.087 |
| 8 GHz a < 18 MHz | ± 0.010 | | 0.095 |
| 18 GHz a < 26.5 GHz | ± 0.015 | | 0.115 |

b. Las especificaciones se aplican a instrumentos con prefijo en serie US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx y superior. Para instrumentos anteriores, consulte el apéndice A.

# Piezas de repuesto

La Tabla 6 incluye una lista de piezas de repuestos. La Figura 4 es una imagen con el detalle de las piezas (IPB) que identifica todas las partes reemplazables. Para ordenar una pieza, cite el número de referencia de Keysight Technologies, especifique la cantidad requerida, y dirija el pedido a la oficina de Keysight Technologies más cercana.

**NOTA**

Dentro de los Estados Unidos, es mejor realizar el pedido directamente desde el Centro de Repuestos Keysight en Roseville, California. Consulte en su oficina Keysight más cercana para obtener información y formularios para el "Sistema de Pedido por Correo Directo." Asimismo, su oficina Keysight más cercana también puede proporcionar números de teléfonos gratuitos para ordenar piezas y repuestos.

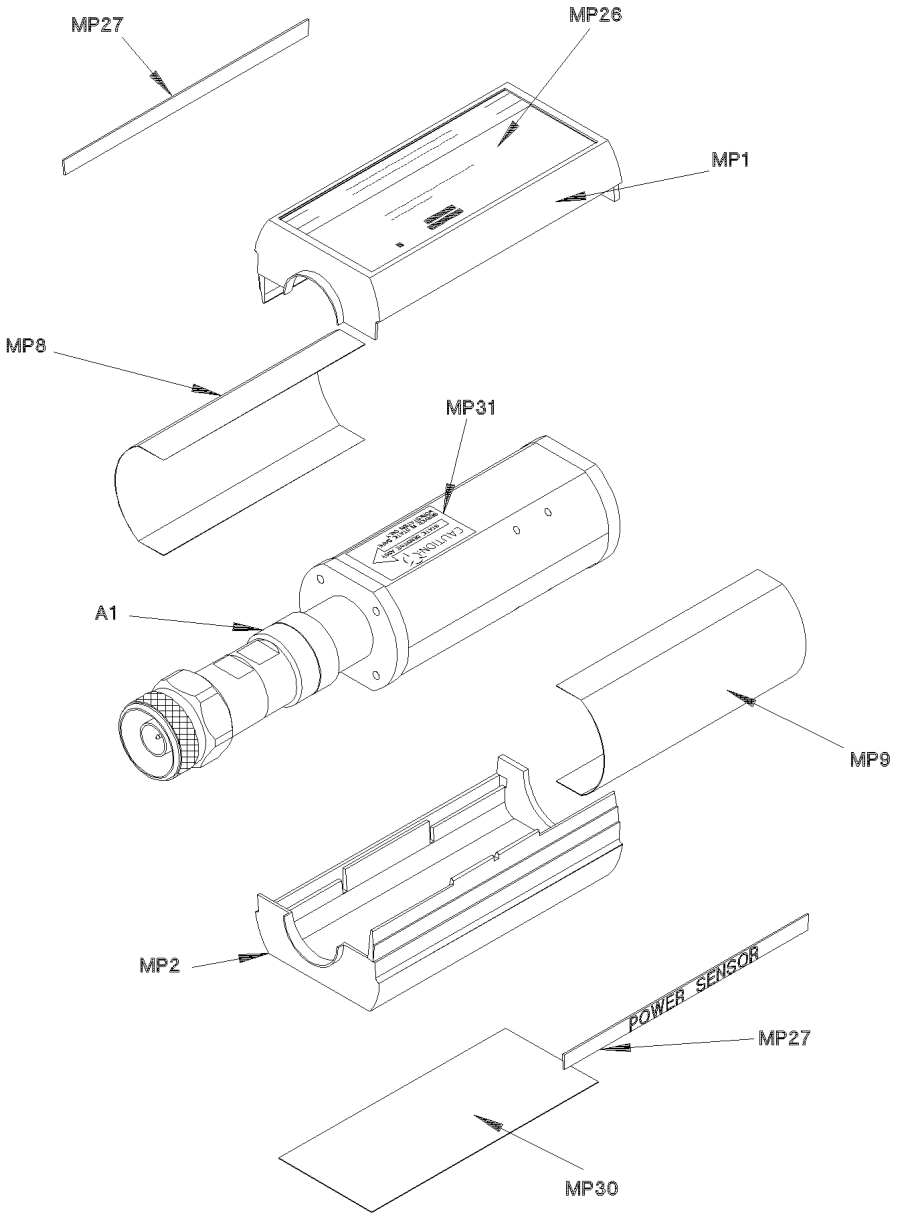



**Figura 4** Imagen con el detalle de las piezas

**Tabla 6** Piezas de repuesto

| Designación de referencia | Número de pieza | Cantidad | Descripción |
|---|---|---|---|
| A1/A2 E4412A | E4412-60006 | 1 | MÓDULO DE SENSOR (E4412A) |
| A1/A2 E4412A | E4412-69006 | 1 | MÓDULO DEL SENSOR RESTAURADO (E4412A) |
| A1/A2 E4413A | E4413-60003 | 1 | MÓDULO DE SENSOR (E4413A) |
| A1/A2 E4413A | E4413-69003 | 1 | MÓDULO DEL SENSOR RESTAURADO (E4413A) |
| | 08485-60005 | 1 | ADAPTADOR, 3.5-mm a Tipo N |
| | | | |
| | | | **PIEZAS DEL CHASIS** |
| MP1 | 5041-9160 | 1 | CUBIERTA DE PLÁSTICO |
| MP2 | 5041-9160 | 1 | CUBIERTA DE PLÁSTICO |
| MP3 | 08481-20011 | 1 | CHASIS |
| MP4 | 08481-20011 | 1 | CHASIS |
| MP8 | 08481-00002 | 1 | CUBIERTA |
| MP9 | 08481-00002 | 1 | CUBIERTA |
| MP26 | E4412-80002 | 1 | ETIQUETA, ID E4412A |
| MP26 | E4413-80002 | 1 | ETIQUETA, ID E4413A |
| MP27 | 7121-7389 | 1 | ETIQUETA, SENSOR DE POTENCIA |
| MP30 | 7121-7388 | 1 | ETIQUETA, CAL/ESD |
| MP31 | 00346-80011 | 1 | ETIQUETA, PRECAUCIÓN |

# Reparación

Las siguientes instrucciones de servicio constan de los principios de funcionamiento, solución de problemas, y reparaciones.

## Principios de funcionamiento

La sección A1 del circuito proporciona una carga de 50 ohm a la señal RF aplicada al sensor de potencia. El circuito de diodo se rectifica la señal RF aplicada para producir una tensión cc que varían con la potencia RF a lo largo de la carga de 50 ohm. Por lo tanto el voltaje varía con la potencia RF disipada en la carga. Con una potencia RF máxima especificada (100 mW) la tensión es aproximadamente 1V.

La tensión cc de bajo nivel de esta sección del circuito se debe amplificar antes de que pueda transferirse a los cables estándar en el multímetro de potencia. La amplificación se proporciona a través de un circuito amplificador de entrada que consiste de un interruptor (compuerta de muestreo) y un amplificador de entrada. El circuito del interruptor convierte la tensión CC en tensión CA. Para ello, el interruptor utiliza dos transistores de efecto de campo (FET), A2Q1 y A2Q2, controlados por una onda cuadrada de 440 Hz generada por el multímetro de potencia. La amplitud de la salida de la puerta de muestreo (conector de A2Q1, fuente de A2Q2) es una onda cuadrada de 440 Hz que varía con entrada de potencia de RF. La salida ca de 440 Hz se aplica a un amplificador de entrada A2Q3 que proporciona la entrada a la primera etapa del amplificador en el multímetro de potencia.

El multímetro de potencia serie E44XX detecta automáticamente cuando un sensor de potencia de la serie E44XX se conecta y descarga los datos de corrección desde el EEPROM del sensor. Esto configura al multímetro de potencia para que funcione sobre el rango de potencia de + 20 dBm a -70 dBm con los datos de corrección únicos aplicados de dicho sensor en particular.

## Solución de problemas

El propósito de la información de la solución de problemas es aislar primero el sensor de potencia, el cable o el multímetro de potencia como el componente defectuoso. Cuando el sensor de potencia está aislado, debe utilizarse un “módulo de sensor restaurado” para su reparación. Consulte Tabla 6.

Si el mensaje de error **241** o **310** aparece en el multímetro de potencia, es posible que el sensor de potencia tenga un error. Si no aparece ningún mensaje de error, pero se produce un problema al hacer una medición, intente reemplazar el cable desde el multímetro de potencia al sensor de potencia. Si el problema persiste, intente utilizar un sensor de potencia diferente para determinar si el problema está en el multímetro de potencia o en el sensor de potencia.

**PRECAUCIÓN** La descarga electroestática hará que el sensor de potencia deje de funcionar. Bajo ninguna circunstancia, abra el sensor de potencia a menos que usted y el sensor de potencia estén en un entorno libre de estática.

## Reparación del sensor defectuoso

No hay piezas a las que realizar mantenimiento dentro de los sensores de la serie E44XX. Si el sensor es defectuoso, reemplace el “modulo” completo con el “modulo de sensor restaurado” correspondiente. Consulte Tabla 6.

## Limpieza

### Soluciones de limpieza

Tenga en cuenta su naturaleza inflamable; puede utilizar una solución de alcohol isopropílico puro o etílico para limpiar el conector.

### Limpieza del conector

**PRECAUCIÓN** Las perlas del conector RF se deterioran cuando entran en contacto con componentes basados en hidrocarburos tales como acetona, tricloroetileno, tetracloruro de carbono, y benzina.

**PRECAUCIÓN** Limpie el conector solamente en un lugar libre de estática. La descarga electrostática sobre el pin central del conector hará que el sensor de potencia deje de funcionar.

Limpie la cara del conector con un hisopo de algodón humedecido con alcohol isopropílico. Si el hisopo es demasiado grande utilice un palillo de madera redondo envuelto en un paño de algodón sin pelusa humedecido en alcohol isopropílico. Consulte la Nota de aplicación de Keysight 326, Principios para el cuidado del conector de microonda (5954-1566) o Cuidado del conector de microonda (08510-90064) para obtener métodos de limpieza apropiados.

## Procedimiento de desmontaje

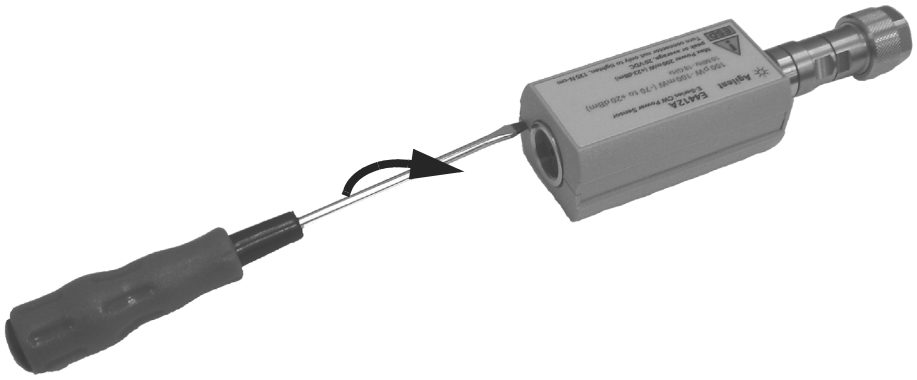


**Figura 5** Quite la cubierta del sensor de potencia

**PRECAUCIÓN** Desmonte el sensor de potencia solamente en una estación de trabajo libre de estática. La descarga electroestática hará que el sensor de potencia deje de funcionar.

Desmonte el sensor de potencia realizando los siguientes pasos:

1. En la parte posterior del sensor de potencia, inserte la hoja de un destornillador entre las cubiertas de plástico (Figura 5). Para evitar daños a las cubiertas de plástico utilice una hoja de destornillador tan amplia como la ranura entre las dos cubiertas.
2. Haga palanca en ambos lados del conector J1 hasta que las cubiertas de plástico se separen. Extraiga las cubiertas y los protectores magnéticos.

## Procedimiento de rensamblaje

1 Reemplace los protectores magnéticos y las cubiertas de plástico como se muestra en la Figura 5. Encaje nuevamente las cubiertas de plástico.

# Oficina de ventas y reparaciones de Keysight

**Tabla 7** Oficina de ventas y reparaciones de Keysight

| | |
|---|---|
| **Estados Unidos:** | |
| (tel) 800 829 4444 | (fax) 800 829 4433 |
| **Canadá:** | |
| (tel) 877 894 4414 | (fax) 800 746 4866 |
| **China:** | |
| (tel) 800 810 0189 | (fax) 800 820 2816 |
| **Europa:** | |
| (tel) 31 20 547 2111 | |
| **Japón:** | |
| (tel) 0120 (421) 345 | (fax) 0120 421 678 |
| **Corea:** | |
| (tel) (080) 769 0800 | (fax) (080) 769 0900 |
| **América Latina:** | |
| (tel) (305) 269 7500 | |
| **Taiwán:** | |
| (tel) 0800 047 866 | (fax) 0800 286 331 |
| **Otros países de Asia Pacífico:** | |
| (tel) (65) 6375 8100 | (fax) (65) 6755 004 |

o visite el sitio web mundial de Keysight en: www.keysight.com/find/assist

# A
# Apéndice

Especificaciones de E4412A y E4413A (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx) 26
Incertidumbre del factor de calibración de E4412A a 1 mW (0 dBm) (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx) 28
Incertidumbre del factor de calibración de E4413A a 1 mW (0 dBm) (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx) 29

Las especificaciones siguientes se aplican a sensores E4412A y E4413A (anteriormente EXCP-E18A y ECP-E26A, respectivamente) con un prefijo en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx.

**Tabla A-1** Especificaciones de E4412A y E4413A (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx)

| | Límite | | Comentarios |
|---|---|---|---|
| **Rango de frecuencia** | E4412A: 10 MHz a 18 GHz<br>E4413A: 50 MHz a 26.5 GHz | | |
| **Rango de potencia** | –70 dBm a +20 dBm (100 pW a 100 mW) | | |
| **Impedancia** | 50 ohm | | nominal |
| **Tipo de conector** | E4412A: Tipo-N (macho)<br>E4413A: 3.5 mm (macho) | | |
| **Relación de onda estacionaria (SWR) y coeficiente de reflexión (Rho) máximo** | **SWR** | **Máximo** | **Pérdida de retorno (dB)** |
| **E4412A** | | | |
| 10 MHz a <30 MHz | 1.34 | 0.145 | 16.8 |
| 30 MHz a <10 GHz | 1.22 | 0.100 | 20.0 |
| 10 GHz a <18 GHz | 1.27 | 0.120 | 18.4 |
| **E4413A** | | | |
| 50 MHz a <2 GHz | 1.25 | 0.110 | 19.2 |
| 2 GHz a <18 GHz | 1.21 | 0.095 | 20.5 |
| 18 GHz a <26.5 GHz | 1.26 | 0.115 | 18.8 |
| **Potencia máxima** | pico de 200 mW (+ 23 dBm)<br>promedio de 200 mW (+ 23 dBm) | | |
| **Ajuste cero** | ±50 pW | | |
| **Linealidad de potencia** [a] | **25 ± 5 °C** | **0 a 55 °C** | **(Después de la calibración a 0 dBm a temperatura ambiente)** |
| 100 pW a 10 mW | ±4% | ±8% | –70 dBm a +10 dBm |
| 10 mW a 100 mW | ±5.5% | ±11% | +10 dBm a +20 dBm |

| | Límite | Comentarios |
|---|---|---|
| **Temperatura de Operación** | 0 a 55 °C | |
| **Peso neto**<br>E4412A<br>E4413A | <br>0.47 kg (1.04 lb)<br>0.45 kg (1.00 lb) | |
| **Dimensiones**<br>E4412A<br>E4413A | <br>**Largo:** 130 mm (5.1 pl)<br>**Largo:** 102 mm (4.0 pl)<br>**Ancho:** 38 mm (1.5 pl)<br>**Altura:** 30 mm (1.2 pl) | <br><br><br>Igual en ambos modelos<br>Igual en ambos modelos |

a. Los límites se expresan en porcentaje de potencia en vatios. Consulte Figura 2 para ver la medida de potencia relativa.

**Tabla A-2** Incertidumbre del factor de calibración de E4412A a 1 mW (0 dBm) (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx)

| Frecuencia | Incertidumbre (%) |
|---|---|
| 10 MHz | 2.7 |
| 30 MHz | 2.7 |
| 50 MHz | Referencia |
| 100 MHz | 2.7 |
| 1.0 GHz | 2.7 |
| 2.0 GHz | 3.1 |
| 4.0 GHz | 3.1 |
| 6.0 GHz | 3.1 |
| 8.0 GHz | 3.1 |
| 10.0 GHz | 3.1 |
| 11.0 GHz | 3.1 |
| 12.0 GHz | 3.3 |
| 14.0 GHz | 3.3 |
| 16.0 GHz | 3.3 |
| 18.0 GHz | 3.3 |

**Tabla A-3** Incertidumbre del factor de calibración de E4413A a 1 mW (0 dBm) (prefijos en serie debajo de US3848/MYxxxxxxxx/SGxxxxxxxx)

| Frecuencia | Incertidumbre (%) |
|---|---|
| 50 MHz | Referencia |
| 100 MHz | 2.7 |
| 1.0 GHz | 2.7 |
| 2.0 GHz | 3.1 |
| 4.0 GHz | 3.1 |
| 6.0 GHz | 3.1 |
| 8.0 GHz | 3.1 |
| 10.0 GHz | 3.1 |
| 12.0 GHz | 3.3 |
| 14.0 GHz | 3.3 |
| 16.0 GHz | 3.3 |
| 17.0 GHz | 3.3 |
| 18.0 GHz | 3.5 |
| 20.0 GHz | 3.5 |
| 22.0 GHz | 3.5 |
| 24.0 GHz | 3.5 |
| 26.0 GHz | 3.5 |
| 26.5 GHz | 3.5 |

# A Apéndice

**www.keysight.com**

## Contacto

Para obtener asistencia de servicios, garantía y soporte técnico, llámenos a los siguientes números telefónicos:

Estados Unidos:
(tel) 800 829 4444 (fax) 800 829 4433
Canadá:
(tel) 877 894 4414 (fax) 800 746 4866
China:
(tel) 800 810 0189 (fax) 800 820 2816
Europa:
(tel) 31 20 547 2111
Japón:
(tel) 0120 (421) 345 (fax) 0120 421 678
Corea:
(tel) (080) 769 0800 (fax) (080) 769 0900
América Latina:
(tel) (305) 269 7500
Taiwán:
(tel) 0800 047 866 (fax) 0800 286 331
Otros países de Asia Pacífico:
(tel) (65) 6375 8100 (fax) (65) 6755 0042

o visite el sitio web mundial de Keysight en:
www.keysight.com/find/assist

Las especificaciones y descripciones de los productos de este documento están sujetas a modificaciones sin previo aviso. Siempre que precise la última versión, consulte el sitio web de Keysight.

Esta información está sujeta a cambios sin previo aviso.
© Keysight Technologies 1999 - 2014
Edición 5, Noviembre 2014

E4412-90009
www.keysight.com

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES